

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication : 2 414 695  
(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

A1

DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION

(21)

N° 78 00703

(54) Capteur d'énergie solaire.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>). F 24 J 3/02; G 02 B 5/10; G 05 D 3/00.

(22) Date de dépôt ..... 11 janvier 1978, à 15 h 31 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 32 du 10-8-1979.(71) Déposant : AUGEN Pierre, MAURISSET Béatrice, GEFFRAY Jean et BUEB Marie,  
résidant en France.

(72) Invention de :

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire :

La présente invention a pour objet un capteur d'énergie solaire sous une forme thermique.

Il existe actuellement deux catégories principales de capteurs thermiques de l'énergie solaire, à savoir:

- 5       - Les capteurs à collecteurs plans qui fonctionnent comme absorbeurs de la chaleur du rayonnement solaire et qui, en général, permettent de récupérer de l'énergie solaire à faible niveau thermique (cf BF 1245 700) pour usages domestiques.
- 10       - Les capteurs à collecteurs concaves, réalisant une concentration de l'énergie solaire. Parmi ceux-ci les collecteurs en forme de miroir parabolique sont bien connus comme présentant l'avantage d'un degré élevé de concentration des radiations solaires, du fait d'une parfaite focalisation des rayons réfléchis par le miroir. C'est la raison pour laquelle le miroir parabolique a été précon-
- 15       sé depuis fort longtemps pour concentrer les radiations solaires (Brevet Français N° 991 259 de Covatti, Brevet Français N° 1 108431 de Clouzet).

Le collecteur d'énergie solaire selon l'invention appartient à cette dernière catégorie des collecteurs à focalisation de forme

20   parabolique.

L'un des problèmes que pose l'utilisation d'un tel collecteur vient de ce que la forme parabolique ne présente l'avantage d'une bonne focalisation, et par suite d'une bonne concentration du rayonnement solaire, que dans la mesure où l'axe de la parabole se trouve

25   orienté exactement dans la direction du soleil, de manière que les rayons solaires soient sensiblement parallèles à cet axe.

Il convient donc, lors de l'utilisation d'un tel collecteur, de lui associer des moyens d'ajustement d'orientation lui permettant de suivre avec une précision suffisante la direction du soleil

30   tout au long de la journée. Ces moyens d'ajustement de l'orienta-

tion seront désignés plus simplement ici par le terme de pilotage.

Divers types de moyens de pilotage ont été déjà préconisés. Par exemple le système préconisé au brevet américain N° 3213285 est basé sur l'utilisation d'un élément bi-métallique sensible à la chaleur; de même le mécanisme d'orientation prévu au Brevet Français 907 671 utilise un thermostat. Un autre système, décrit au Brevet Français 1 063 951, utilise des cellules photoélectriques dont l'intensité de courant commande le débit d'un liquide sous pression agissant sur un organe moteur.

10 Ces différents systèmes présentent l'inconvénient de manquer de précision, ce qui réduit considérablement le niveau thermique dans la zone de focalisation.

L'un des objets essentiels de l'invention est au contraire d'obtenir des températures relativement élevées dans la zone de focalisation, même en utilisant des réflecteurs de surface modeste.

Le capteur solaire selon l'invention est donc destiné de préférence aux applications qui nécessitent une fourniture d'énergie calorifique à niveau thermique relativement élevé. Bien entendu il n'entre pas dans l'objet de l'invention de produire des températures très élevées, supérieures par exemple à 1 000°C, qui ont déjà été obtenues dans de grands fours solaires, mais de réaliser un capteur qui, pour un faible encombrement, permet néanmoins d'obtenir des températures de l'ordre, par exemple, de 80 à 300°C.

A titre d'exemple, une application intéressante du capteur solaire selon l'invention serait d'utiliser la source de chaleur ainsi réalisée pour faire fonctionner une ou plusieurs unités de réfrigération.

Ayant ainsi défini l'objectif essentiel de l'invention, il convient d'examiner les moyens mis en oeuvre pour atteindre cet objectif. Ces moyens, qui agissent en coopération, sont de trois

## ordres:

- 1- Les moyens de concentration du rayonnement solaire dans une zone de focalisation, c'est-à-dire le réflecteur.
- 2- Les moyens d'empêcher toute déviation sensible des rayons solaires réfléchis par rapport à la zone de focalisation, qui pourrait se produire par suite du changement d'orientation des rayons solaires par rapport au réflecteur, au cours de la journée.
- 3- Les moyens pour optimaliser le transfert de chaleur des rayons solaires réfléchis au niveau de la zone de focalisation aux moyens d'utilisation de cette énergie calorifique, ces moyens pouvant être directs, si l'on utilise par exemple la chaleur fournie pour faire fondre un métal, ou indirects si, par exemple, on véhicule cette chaleur en un autre lieu d'utilisation par l'intermédiaire d'un fluide caloporteur.

Ces différents moyens coopèrent pour l'obtention d'un même résultat, à savoir une énergie calorifique à niveau thermique relativement élevé.

- 20 Ces divers moyens seront décrits ci-après plus en détail en se référant, à titre d'exemple, à un mode de réalisation illustré aux dessins annexés, dans lesquels:

La figure 1 représente une coupe d'un élément réflecteur par un plan passant par l'axe de symétrie de celui-ci ainsi que sa projection suivant un plan perpendiculaire audit axe;

la figure 2 représente une coupe d'un réflecteur constitué par 3 éléments réflecteurs adjacents tels que le lieu géométrique des foyers des 3 éléments se trouve sur un même cylindre ayant pour axe l'axe de symétrie du système;

- 30 la figure 3 représente des éléments réflecteurs constitués de

secteurs de paraboloides juxtaposés en couronne,

la figure 4 illustre l'influence d'une légère variation de l'angle d'incidence des rayons solaires sur la localisation du foyer,

la figure 5 représente, à titre d'exemple, un mode de réalisation des moyens de transfert de la chaleur du rayonnement solaire aux moyens d'utilisation de cette chaleur,

la figure 6 illustre schématiquement le système de pilotage du capteur, et

la figure 7 est un diagramme schématique du dispositif électronique de commande du pilotage.

Le réflecteur solaire selon l'invention est constitué par un ou plusieurs éléments réflecteurs caractérisés en ce que, à la différence des miroirs paraboliques connus jusqu'à présent, ces éléments réflecteurs concentrent le rayonnement non pas en un seul point (foyer) mais en une série de points (ou lieu géométrique des foyers) formant sensiblement un cercle centré sur l'axe de symétrie de l'élément réflecteur. La forme correspondante de l'élément réflecteur est la surface de révolution engendrée par la rotation d'un arc de parabole  $A_1B_1$ , de foyer  $F_1$  et d'axe  $x_1y_1$ , autour d'un axe  $xy$  parallèle à l'axe  $x_1y_1$  et situé à une certaine distance de celui-ci du côté opposé à l'arc de parabole (voir figure 1).

La distance de l'axe de la parabole dont l'arc engendre la surface de l'élément réflecteur à l'axe de révolution est le rayon du cercle, lieu géométrique des foyers, chaque arc de parabole ayant son foyer.

Lorsqu'un même réflecteur comporte plusieurs éléments réflecteurs ceux-ci sont associés les uns aux autres de manière que les cercles, lieux géométriques des foyers des éléments réflecteurs, se trouvent situés sensiblement sur un même cylindre axé sur l'axe de révolution commun aux réflecteurs.



La figure 2 illustre à titre d'exemple un réflecteur formé de 3 éléments réflecteurs adjacents dont les lieux géométriques des foyers, respectivement  $F_1-F_2$ ,  $F_3-F_4$  et  $F_5-F_6$  sont des cercles parallèles d'un même cylindre d'axe xy.

- 5 Selon une variante illustrée à la figure 3, les foyers de chaque élément, au lieu d'être répartis sur toute la circonférence du cercle, sont concentrés en quelques points de cette circonférence, en l'occurrence 8 points dans le cas de la figure. Chacun de ces points constitue un foyer unique pour un secteur annulaire
- 10 correspondant, de forme parabolique dans la direction de l'axe de symétrie et en forme d'arc de cercle centré sur ledit foyer unique dans un plan perpendiculaire audit axe de symétrie.

- Ainsi dans l'exemple de la figure 3 le réflecteur comprend 2 éléments réflecteurs adjacents centrés sur le même axe xy et
- 15 chaque élément réflecteur est constitué de secteurs annulaires  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  ... respectivement centrés sur les foyers correspondants  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  ...

- Cette variante peut présenter un intérêt notamment lorsqu'on désire obtenir en différents points d'un nombre limité, des températures plus élevées, la concentration en un seul point du rayonnement solaire réfléchi par tout un secteur annulaire permettant
- 20 de mieux répondre à cet objectif.

- La figure 4 montre la plage de variation de la position du foyer  $F_1$  consécutive à une variation de l'angle de réflexion des
- 25 rayons solaires par rapport à un plan perpendiculaire à l'axe de symétrie du réflecteur, cette variation de l'angle de réflexion pouvant résulter de l'imperfection de réalisation du réflecteur ainsi que, dans une certaine mesure, du fait que les rayons solaires ne sont pas strictement parallèles, compte tenu du diamètre
- 30 apparent du soleil (facteur d'erreur de l'ordre de  $1/4$  de degré).

Cette plage de variation  $F_{11} - F_{12}$  est donnée par la formule approximative suivante :

$$F_{11} - F_{12} = \frac{2r_1 d\alpha_1}{\cos \alpha_1}$$

dans laquelle on a assimilé pour l'angle  $d\alpha_1$  dont la valeur est en général très faible (de l'ordre de 1 à 2° par exemple), la valeur du sinus à la valeur de l'angle exprimée en radians.

Le rendement du capteur est d'autant plus élevé que la concentration du rayonnement est plus parfaite, c'est-à-dire que la plage  $F_{11} - F_{12}$  est plus réduite. Or cette plage est d'autant plus réduite que l'angle d'erreur  $d\alpha_1$  est plus faible.

Il convient de noter à ce sujet que l'erreur  $d\alpha$  sur l'angle  $\alpha$  est plus réduite pour une valeur plus faible de l'angle  $\alpha$ . On voit sur la figure 4 que l'angle  $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$  a une valeur relativement faible du fait qu'il correspond à un arc de parabole assez éloigné du sommet de la parabole. Cette faible valeur de l'angle est compatible avec une efficacité élevée de la concentration du rayonnement puisque la surface de révolution engendrée par un arc de parabole d'une longueur donnée est d'autant plus grande que cet arc de parabole est pris plus éloigné du sommet de la parabole.

Les moyens de transfert de chaleur utilisés pour récupérer l'énergie calorifique du rayonnement solaire sont illustrés à la figure 5 qui donne un exemple de transfert indirect, le rayonnement solaire servant à élever la température d'un fluide caloporteur, lequel transfère ultérieurement son énergie calorifique sur le lieu désigné d'utilisation de cette énergie. Pour plus de commodité nous désignerons ces moyens de transfert, qu'ils soient directs ou indirects, du terme de convertisseur thermique.

Dans le cas d'utilisation d'un réflecteur constitué de plusieurs éléments réflecteurs coaxiaux adjacents (cas de la figure 2 par exemple) on fera généralement correspondre à chaque élément réflecteur un élément convertisseur thermique, ces différents éléments convertisseurs étant eux aussi co-axiaux et pouvant être par exemple empilés les uns sur les autres.

En général ces éléments convertisseurs seront conçus de manière à n'occuper qu'une très faible surface dans un plan perpendiculaire à l'axe de révolution des éléments réflecteurs, c'est-à-dire perpendiculaire à la direction des rayons solaires. En pratique on peut envisager, à titre d'exemple, des éléments convertisseurs dont la section suivant un plan perpendiculaire au rayonnement solaire occupe une surface représentant moins de 1% de la surface totale du réflecteur.

Afin d'améliorer la récupération d'énergie thermique solaire par le ou les convertisseurs, il est souhaitable de refermer l'enceinte délimitée par l'ensemble réflecteur au moyen d'une paroi transparente au rayonnement solaire, ce qui permet de réduire les pertes calorifiques par convection.

Selon l'un des modes de réalisation du dispositif selon l'invention, on utilise un convertisseur ou un ou plusieurs éléments convertisseurs du type illustré à la figure 5.

Sur cette figure on voit que l'élément convertisseur est constitué par une enceinte sensiblement cylindrique centrée sur l'axe de révolution xy du système réflecteur et constituant le lieu géométrique des foyers de celui-ci. La paroi cylindrique AD, BC de l'enceinte comporte une ouverture latérale cylindrique Fa-Fb au niveau de la zone de focalisation du réflecteur, qui fait office de diaphragme. L'intérieur de l'enceinte cylindrique renferme un corps absorbant EFGH éventuellement garni d'ailettes ou protubéran-



ces ou cavités régulières qui en augmentent la surface et dont l'inclinaison des parties en saillie est telle que la surface d'impact des rayons solaires sur le corps absorbant ne soit jamais normale à un rayon incident. Il en résulte que, dans la mesure où  
5 des rayons solaires sont réfléchis par ladite surface, ils le sont à l'intérieur même de l'enceinte cylindrique d'où ils ne ressortent pas car ils sont réfléchis sur une autre partie de la surface du corps absorbant et, de réflexion en réflexion, finissent par être totalement absorbés.

10 Le corps absorbant peut être constitué en métal conducteur de la chaleur, de préférence l'aluminium ou le cuivre, soumis éventuellement à un traitement spécial pour accroître son coefficient d'absorption et parcouru par un fluide caloporteur véhiculant l'énergie calorifique recueillie vers son lieu d'utilisation.

15 L'une des caractéristiques du convertisseur thermique selon l'invention réside en ce que la focalisation du rayonnement se fait non pas sur la surface absorbante mais au niveau du diaphragme. Il en résulte une répartition uniforme de l'énergie de rayonnement sur une surface absorbante relativement importante. En outre l'  
20 utilisation d'un diaphragme empêche l'énergie de rayonnement d'être réémise vers l'extérieur de l'enceinte dans laquelle elle se trouve ainsi piégée.

Il convient de noter en outre que l'on règle la vitesse de circulation du fluide caloporteur de manière à refroidir suffisamment la surface absorbante afin d'éviter qu'en aucune  
25 partie de cette surface la température soit élevée au point de la faire rayonner une partie de son énergie.

Enfin l'ensemble convertisseur est conçu de manière à réduire le plus possible les pertes d'énergie par convection et conduction  
30 (forme de révolution-calorifugeage des surfaces circulaires de

diamètres AB et CD).

On voit qu'ainsi l'ensemble capteur constitué par le convecteur (en un ou plusieurs éléments) et le convertisseur (formé éventuellement de plusieurs éléments empilables) est conçu de manière à assurer une grande concentration d'énergie et une faible déperdition de celle-ci. Cependant pour atteindre cet objectif il faut que le réflecteur soit toujours convenablement orienté vers le soleil, faute de quoi la focalisation se ferait en dehors de la zone prévue et il en résulterait une perte de rendement très considérable.

Il faut donc que l'ensemble capteur (réflecteur-convertisseur) suive les déplacements du soleil avec précision quelle que soit l'heure du jour et quel que soit le jour de l'année solaire. Il est monté sur un dispositif d'orientation du type équatorial (figure 6). Un ensemble pivot d'axe  $x x_1$  est orienté parallèlement à l'axe de rotation de la terre. Le socle fixe est ancré solidement en terre. L'axe mobile B supporte le capteur C monté mobile autour de l'axe  $y y_1$ , perpendiculairement à  $x x_1$ .

L'orientation s'effectue par l'ensemble de 2 pointages:

- pointage par rotation autour de  $x x_1$  en fonction de l'heure de la journée ( $180^\circ$  de rotation en 12 heures);
- pointage par rotation d'un angle  $\alpha$  autour de  $y y_1$  ( $\alpha = 0$  aux équinoxes,  $\alpha = \pm 23^\circ 27'$  aux solstices).

L'avantage de ce type d'orientation est qu'en cours de journée, une seule rotation assure un pointage correct du capteur sur le soleil. De ce fait, le dispositif de pointage s'en trouve très simplifié.

L'entraînement s'effectue au moyen de moteurs électriques ou de vérins hydrauliques commandés par deux pilotes : un pilote de pointage horaire et un pilote de pointage saisonnier.

L'asservissement et pointage du capteur sur le soleil est mixte : un calculateur évalue la position estimée du soleil et un asservissement assure la poursuite automatique du soleil par l'intermédiaire d'une lunette de visée. Cette double commande assure d'  
5 une part un positionnement précis (lunette de visée) , d'autre part un prépointage en cas d'absence de luminosité (passage nuageux et retour en cours de nuit).

Le schéma du circuit d'asservissement est donné sous forme de diagramme par blocs à la figure 7, chaque bloc étant identifié par  
10 le libellé de sa fonction.

Le calculateur, commandé par une horloge à quartz fournit:

- en cours de journée 108 ordres d'avance entre le lever et le coucher du soleil sous forme d'une impulsion par ordre,
- en cours de nuit 18 ordres de retour sous forme de 6 impulsions par ordre, chaque impulsion correspondant chacune à la rotation de  $2,5^{\circ}$  d'angle du capteur.

Ces impulsions affectées du signe + pour les avances et du signe - pour les retours sont comptées par un registre, qui reçoit également des impulsions lorsque le capteur a effectivement tourné.  
20 Ainsi le contenu du registre donne la valeur de l'erreur entre l'ordre et l'exécution de l'ordre.

Par ailleurs une lunette de visée, montée suivant l'axe du capteur, assure la poursuite automatique du soleil. Elle comporte par exemple quatre photorésistances disposées en quart de cercle  
25 sur un disque unique, recevant l'image du soleil par l'intermédiaire d'un système optique (lentille convergente ou diaphragme). Les 4 photorésistances sont branchées en pont de Wheatstone . Tout éclaircissement dissymétrique donne lieu à une tension d'erreur proportionnelle à l'erreur relative du pointage. La résistance globale  
30 de l'ensemble du pont fournit une tension proportionnelle à l'in-

tensité du rayonnement solaire. La lunette de visée et ses amplificateurs associés fournissent:

- une tension électrique proportionnelle à l'erreur relative de pointage horaire,
- 5     - une tension électrique proportionnelle à l'erreur relative de pointage saisonnier,
- une tension électrique proportionnelle à la luminosité du soleil qui fait valider par le calculateur les informations fournies par la lunette. En cas d'absence de rayonnement solaire direct,
- 10    tel, le pointage sera effectué par le calculateur, et lorsque le soleil fournit une luminosité suffisante, l'ensemble de lunette de visée-amplificateur système moteur fournit un asservissement en poursuite du soleil suivant les deux directions de référence.

La tension d'erreur de pointage horaire est exprimée numériquement de façon que le bit LSB (élémentaire) corresponde à un

15    pointage inférieur à  $0.5^{\circ}$  d'angle. Cette tension d'erreur ou le contenu du registre vu plus haut (suivant la validation par la luminosité) pilote un amplificateur fournissant la tension d'alimentation du moteur suivant la loi suivante:

- 20    - nombre d'erreurs = 0 - tension d'alimentation  $0V$  - moteur stoppé
- nombre d'erreurs = 1 - tension d'alimentation  $V_1$  - moteur en rotation lente
- nombre d'erreurs = 2 - tension d'alimentation  $V_2$  - moteur en rotation moyenne
- 25    - nombre d'erreurs = 3 ou plus - tension d'alimentation  $V_2$  - moteur en rotation rapide
- nombre d'erreurs négatif - mêmes tensions que ci-dessus mais inversion du sens de rotation par système annexe.

L'amplificateur est du type dit "à découpage" dont la tension

30    d'entrée est fournie par un convertisseur numérique-analogique simplifié.

Tous les jours, au midi vrai, l'horloge est automatiquement recalée sur la position réelle du soleil par une commande automatique de remise à zéro. Le calculateur peut ainsi fonctionner indéfiniment sans intervention humaine.

- 5        Le pointage saisonnier est réalisé par un dispositif analogue à celui du pointage horaire. Cependant la commande par le calculateur est supprimée car le moteur de pointage n'aura à agir en moyenne que toutes les 36 heures.

10       Le système d'horloge a pour but d'assurer un prépointage du capteur sur la position estimée du soleil, ainsi que le retour nocturne; la lunette de visée assure le pointage précis. L'emploi simultané des 2 systèmes de pilotage évite à la fois :

- les possibilités de déréglage dans le temps d'un pilote constitué uniquement d'un système d'horloge, qui ne pourrait plus être
- 15    recalé sur la position réelle du soleil, et
- l'affolement de l'asservissement par les passages nuageux dans le cas d'un pilote constitué uniquement par un système de poursuite automatique.

20       Une commande par tout ou rien à 3 vitesses permet un asservissement stable et précis. Les 3 vitesses de la commande assurent la précision des asservissements progressifs (asservissements analogiques); et la commande par tout ou rien bénéficie de la stabilité inhérente à ce type d'asservissement. La vitesse de commande la plus faible est déterminée de façon que le moteur ne puisse en aucun

25    cas être bloqué par les frottements dits "d'adhérence", qui augmenteraient sa consommation et seraient préjudiciable à sa durée de vie.

Les amplificateurs à courant continu à découpage présentent les avantages suivants :

- 30       - excellent rendement : 70 %

- faible prix et faible poids car les pertes sont réduites
- possibilité d'alimentation à partir de batteries d'accumulateur.

Pour éviter les dérèglages en cas de panne d'alimentation électrique d'horloge, la logique de génération d'ordres et le comp-  
5 teur d'erreur sont alimentés par une batterie d'accumulateurs en tampon. Comme tous ces circuits sont réalisés en logique intégrée (effet de champs) leur consommation réduite confère une autonomie de plusieurs mois. Dès que l'alimentation électrique est à nouveau  
10 assurée, le capteur se pointe immédiatement vers le soleil.

La consommation électrique du système d'alimentation est très faible et peut être totalement assurée par une batterie solaire montée au-dessus du convertisseur, rendant le capteur indépendant du point de vue énergétique.

REVENDICATIONS

1- Capteur d'énergie solaire, à focalisation, comprenant un réflecteur concave concentrant le rayonnement solaire sur un convertisseur thermique absorbant l'énergie calorifique du rayonnement, ce réflecteur étant monté de manière mobile et associé à des moyens  
5 d'orientation lui permettant de suivre la course du soleil, caractérisé en ce que ledit réflecteur est constitué d'un ou plusieurs éléments réflecteurs ayant chacun la forme d'une surface de révolution engendrée par un arc de parabole tournant autour d'un axe qui est décalé par rapport au foyer de l'arc de parabole dans la  
10 direction opposée audit arc par rapport audit foyer.

2- Capteur d'énergie solaire, à focalisation, comprenant un réflecteur concave concentrant le rayonnement solaire sur un convertisseur thermique absorbant l'énergie calorifique du rayonnement, ce réflecteur étant monté de manière mobile et associé à des moyens  
15 d'orientation lui permettant de suivre la course du soleil, caractérisé en ce que ledit réflecteur est constitué d'un ou de plusieurs éléments réflecteurs constitués chacun par l'association de plusieurs secteurs annulaires de paraboloides de révolution réalisée de manière que les foyers desdits secteurs annulaires soient  
20 tous situés sur un même cylindre de révolution.

3- Capteur selon la revendication 2, caractérisé en ce que les foyers des secteurs annulaires d'un élément réflecteur sont situés sur un même cercle.

4- Capteur selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé  
25 en ce que le convertisseur thermique est de forme cylindrique et disposé co-axialement au cylindre lieu des foyers des éléments réflecteurs.

5- Capteur selon la revendication 4 caractérisé en ce que le convertisseur thermique est formé par l'association de plusieurs

éléments convertisseurs cylindriques adjacents, de même diamètre, centrés sur le même axe.

6- Capteur selon la revendication 5 caractérisé en ce que chaque élément convertisseur est disposé de manière à être concentrique du lieu des foyers d'un élément réflecteur qui lui correspond.

7- Capteur selon la revendication 6, caractérisé en ce que le cylindre contenant la surface cylindrique extérieure de chaque élément convertisseur contient également le lieu géométrique des foyers de l'élément réflecteur qui lui correspond.

8- Capteur selon la revendication 7, caractérisé en ce que chaque élément convertisseur comprend une enceinte cylindrique dont la surface extérieure délimite sur la surface du cylindre la contenant, une ouverture cylindrique formant diaphragme qui contient le lieu géométrique des foyers de l'élément réflecteur associé audit élément convertisseur.

9- Capteur selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'enceinte cylindrique de chaque élément convertisseur renferme un corps absorbant la chaleur dont la surface extérieure peut être éventuellement garni d'ailettes, de protubérances ou de cavités destinées à conserver le rayonnement solaire réfléchi par le corps absorbant à l'intérieur de l'enceinte.

10- Capteur selon l'une des revendications 4 à 9, caractérisé en ce que le convertisseur thermique dans son ensemble est refroidi par circulation interne d'un fluide caloporteur.

11- Capteur selon l'une des revendications 4 à 10, caractérisé en ce que les faces latérales des éléments convertisseurs cylindriques sont calorifugées.

12- Capteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les moyens d'orientation permettant au capteur



de suivre la course du soleil comprennent en combinaison :

- un ensemble pivot dont l'axe est orienté parallèlement à l'axe de rotation de la terre et supportant l'ensemble réflecteur-convertisseur de manière rotative d'une part autour de l'axe dudit ensemble et d'autre part autour d'un axe perpendiculaire à ce dernier,  
5
- des moyens d'entraînement en rotation dudit ensemble autour de ~~chacun~~ desdits axes.
- un système d'asservissement commandant lesdits moyens d'en-  
10 traînement de manière à assurer en permanence l'orientation du réflecteur dans la direction du soleil, ce système d'asservissement étant caractérisé par la combinaison d'un calculateur associé à une horloge qui permet l'orientation du réflecteur en l'absence d'une luminosité suffisante et d'une lunette de visée permettant l'  
15 asservissement direct en poursuite du soleil lorsque la luminosité est suffisante, à partir de grandeurs électriques, fournies par la lunette, par l'intermédiaire de photorésistances, respectivement représentatives de l'erreur relative de pointage horaire, c'est-à-dire de l'angle de rotation autour de l'axe de l'ensemble pivot,  
20 de l'erreur relative de pointage saisonnier, c'est-à-dire de l'angle de rotation autour de l'axe perpendiculaire à celui de l'ensemble pivot, et de la luminosité du soleil, la grandeur électrique représentative de la luminosité étant utilisée pour valider ou rejeter les deux autres informations fournies par la lunette sous  
25 forme de grandeurs électriques, de manière à n'utiliser ces valeurs pour l'asservissement desdits moyens d'entraînement que lorsque la luminosité est suffisante.



Der Sonnenreflektor gemäß der Erfindung besteht aus einem oder mehreren Reflektorelementen, die dadurch gekennzeichnet sind, dass diese Reflektorelemente im Gegensatz zu den bisher bekannten Parabolspiegeln die Strahlung nicht nur auf einen Punkt (Brennpunkt) konzentrieren, sondern auf eine Reihe von Punkten (oder Geometriestellen der Brennpunkte) und dadurch deutlich einen konzentrischen Kreis auf der Symmetrieachse des Reflektorelements ausbilden. Die entsprechende Form des Reflektorelements ist die Umdrehungsfläche die durch die Rotation eines Parabolbogens  $A_1, B_1$ , des Brennpunktes  $F_1$  und der Achse  $x_1y_1$  um eine Achse  $xy$ , die parallel zur Achse  $x_1y_1$  verläuft und die in einer gewissen Entfernung dazu auf der entgegengesetzten Seite des Parabolbogens liegt, erzeugt wird (siehe Figur 1).

Die Entfernung der Achse von der Parabole, wo der Bogen die Fläche des Reflektorelements zur Umdrehungsachse erzeugt, ist der Radius des Kreises, geometrischer Ort der Brennpunkte, wobei jeder Parabolbogen seinen Brennpunkt hat.

Wenn ein und derselbe Reflektor mehrere Reflektor-Elemente aufweist, sind diese miteinander auf eine Weise verbunden, dass die Kreise, die die geometrischen Brennpunkte der Reflektorelemente darstellen, sich genau auf einem gleichen Zylinder befinden, dessen Achse sich auf der gemeinsamen Reflektoren-Umdrehungsachse befindet.

Die Figur 2 stellt beispielsweise einen Reflektor dar, der aus 3 Reflektorelementen gebildet ist, die dort nebeneinander liegen, wo die geometrischen Stellen der Brennpunkte, beziehungsweise  $F_1-F_2$ ,  $F_3-F_4$  und  $F_5-F_6$  parallele Kreise des gleichen Zylinders der Achse  $xy$  sind.

Nach einer Variante wie sie in Figur 3 dargestellt ist, sind die Brennpunkte jedes Elements, anstelle über der ganzen Kreislinie (Kreisumfang) aufgeteilt zu sein, an einigen Punkten dieser Kreislinie konzentriert, im vorliegenden Fall auf 8 Punkten entsprechend dieser Figur. Jeder dieser Punkte bildet einen einzigen Brennpunkt für einen entsprechenden Ringabschnitt und zwar in parabolform in Richtung auf die Symmetrieachse und in Form eines Kreisbogens, der auf den einzigen Brennpunkt in einer senkrechten Fläche zu der Symmetrieachse hin zentriert ist.

Ebenso weist der Reflektor in dem Beispiel der Figur 3 zwei aneinanderliegende Reflektorelemente auf, die auf der gleichen Achse  $xy$  zentriert sind und jedes Reflektorelement ist zusammengesetzt aus Ringabschnitten  $P_1, P_2, P_3, \dots$  die beiderseits auf die entsprechenden Brennpunkte  $X_1, X_2, X_3$  zentriert sind.

Diese Variante kann besonders von Interesse sein, wenn man auf verschiedenen Punkten einer begrenzten Anzahl erhöhte Temperaturen erhalten will, und die Konzentration des Lichtstrahls auf einen einzigen Punkt, der von einem ganzen Ringabschnitt widergespiegelt wird, ermöglicht dieses Ziel besser zu erreichen.

